



Ministero delle Attività Produttive

Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività

Ufficio Italiano Brevetti e Marchi

Ufficio G2



Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

Invenzione Industriale

N. MI2001 A 002824

REC'D 20 JAN 2003

WIPO

PCT

Si dichiara che l'unità copia è conforme ai documenti originali depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati risultano dall'accluso processo verbale di deposito.

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

11 NOV. 2002

Roma, II

IL DIRIGENTE

Elena Marinelli

Sigra E. MARINELLI

BEST AVAILABLE COPY

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE, DESCRIZIONE E RIVENDICAZIONE

NUMERO DOMANDA

MI2001A 00004

REG. A

NUMERO BREVETTO

DATA DI DEPOSITO

12/12/2001

DATA DI RILASCIO

12/12/2001

D. TITOLO

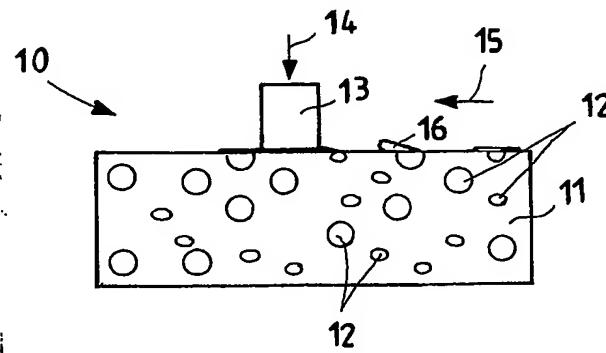
~~"Materiale plastico autolubrificante per elementi di tenuta".~~

E. RIASSUNTO

La presente invenzione si riferisce ad un materiale plastico ad azione autolubrificante, particolarmente idoneo per realizzare elementi di tenuta di compressori alternativi, comprendente una matrice polimerica resistente all'usura, preferibilmente realizzata in polichetone, all'interno della quale sono disperse microcapsule contenenti un fluido lubrificante. Le microcapsule incorporate nella matrice polimerica si rompono a seguito della frizione con la superficie a contatto del partner di scorrimento, determinando la fuoriuscita del fluido lubrificante e conseguente riduzione dell'attrito.



M. DISEGNO

Fig.2

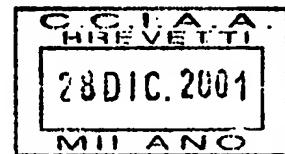
MI 2001 A 002824

DESCRIZIONE dell'invenzione industriale

a nome: Nuovo Pignone Holding SPA

di nazionalità: italiana

con sede in: Firenze



La presente invenzione si riferisce ad un materiale plastico autolubrificante per elementi di tenuta.

In particolare, la presente invenzione si riferisce ad un materiale plastico ad azione autolubrificante, particolarmente idoneo per realizzare elementi di tenuta di compressori alternativi.

Notoriamente, i compressori alternativi sono provvisti di un pistone che viene mosso assialmente all'interno di un cilindro per comprimere un gas. Generalmente, il pistone dei compressori alternativi è provvisto di elementi di tenuta di forma anulare, disposti coassialmente all'asse del pistone e del cilindro, in una sede formata sulla parete laterale del pistone stesso.

E' inoltre notorio che gli elementi o anelli di tenuta del pistone, scorrendo lungo la cavità cilindrica, sono soggetti ad usura.

Al fine di limitare questa usura si cerca di ridurre al minimo l'attrito tra le superfici in scorri-

mento ricorrendo all'utilizzo di lubrificanti, in forma liquida o di polvere.

Nonostante lo scorrimento avvenga in presenza di lubrificanti l'usura pregiudica col tempo l'integrità dell'elemento di tenuta cosicché il compressore, dopo un primo periodo di servizio, non è più in grado di raggiungere i più elevati valori di pressione.

Questo inconveniente rappresenta un problema particolarmente gravoso per i compressori con elevate pressione di esercizio in cui l'anello di tenuta è chiamato a mantenere, durante il movimento, un elevato differenziale di pressione.

Per minimizzare l'usura tra le parti in contatto durante lo scorrimento, si è ricorso, per la realizzazione degli elementi di tenuta, all'utilizzo di nuovi materiali resistenti al logoramento.

Tra i materiali non metallici, un tipico materiale attualmente in uso per realizzare elementi di tenuta è costituito dal tetrafluoroetilene o miscele plastiche che lo contengono.

Questa resina, PTFE in forma abbreviata, trova ampia applicazione grazie al suo ridotto modulo elastico, alla sua facilità di maneggevolezza, alle proprietà di tenuta ed al suo basso coefficiente di attrito dinamico.

Si è però riscontrato che gli elementi di tenuta realizzati in resine di PTFE, con particolare riferimento agli anelli di tenuta dei pistoni alternativi, tendono, se sottoposti a condizioni di stress prolungato, a deformarsi permanentemente. In particolare, in condizioni di esercizio ad elevata pressione e temperatura gli anelli di tenuta in PTFE non solo si deteriorano precocemente ma sono anche soggetti a deformazioni permanenti, lungo la linea di taglio, di entità tale da pregiudicarne la tenuta.

Inoltre, poiché nei compressori alternativi la temperatura delle superfici in scorrimento non adeguatamente lubrificate può innalzarsi a valori superiori a 100°C, gli stessi elementi di tenuta in PTFE sono sovente soggetti ad estrusione quando sottoposti ad elevati carichi di pressione. Specialmente quando i membri di accoppiamento che devono essere posti a contatto nello scorrimento con gli elementi di tenuta sono realizzati in acciaio dotato di bassa conduttività termica, la temperatura della superficie in scorrimento tende ad incrementare eccessivamente a causa dell'accumulo di calore nell'acciaio anche se il lubrificante trasmette calore adeguatamente al membro di accoppiamento.

Nel caso poi in cui i membri di accoppiamento siano realizzati in lega di alluminio, dotata di rivestimento anticorrosivo, non si verifica la trasmissione del calore a causa della ridotta ruvidità superficiale. In queste condizioni, si possono verificare danneggiamenti strutturali non solo a livello del rivestimento del cilindro ma addirittura del substrato in alluminio.

L'utilizzo del PTFE nella realizzazione di elementi di tenuta risulta quindi essere, in determinate condizioni di utilizzo, così poco soddisfacente da richiedere il rinforzo con altre fibre, additivi e cariche, la cui aggiunta non è però scevra dal presentare inconvenienti.

Attualmente, oltre al PTFE vengono quindi utilizzati altri materiali a base non metallica e a basso coefficiente di attrito per realizzare di elementi di tenuta, quali le resine PEEK e PBS.

In particolare, il PEEK è un materiale altamente resistente all'usura anche in applicazioni con elevati carichi di esercizio ed elevati valori di pressione.

Si è però riscontrato che l'utilizzo del PEEK quale unico costituente degli elementi di tenuta di



compressori alternativi, può determinare un eccessivo logorio delle camicie di rivestimento dei cilindri.

Questo inconveniente è stato solo parzialmente risolto mediante l'aggiunta di opportune cariche lubrificanti tra le superfici in scorrimento.

Il PBS viene attualmente utilizzato, in alternativa nella realizzazione di elementi di tenuta poiché questo polimero è relativamente resistente alle alte temperature ed è in grado di formare solfuri ad azione lubrificante. Queste caratteristiche lo rendono particolarmente idoneo nelle applicazioni con scorrimento a secco.

Il PBS presenta però l'inconveniente di non possedere un'elevata conduttività termica il che ne limita l'utilizzo nelle condizioni di esercizio con temperatura elevate.

Per ovviare questo inconveniente e per incrementarne la resistenza meccanica, il PBS viene utilizzato in combinazione con additivi e cariche che consentano di rimuovere il calore in eccesso.

Si è infatti riscontrato che nei compressori alternativi, gli elementi di tenuta a base polimerica lavorano essenzialmente grazie allo strato di trasferimento presente sulla superficie metallica della camicia di rivestimento del cilindro. Questo fenomeno

determina un contatto di scorrimento polimero-polimero a basso attrito. Nel caso in cui sia assente questo strato di trasferimento si può verificare un contatto metallo-polimero ad elevato attrito che determina una precoce usura dell'anello di tenuta.

Pertanto, in assenza di lubrificazione forzata, le prestazioni degli elementi di tenuta di comune utilizzo, sostanzialmente dipendono dalla presenza o meno di questo strato di trasferimento.

Risulta così evidente che sarebbe importante potersi avvantaggiare di elementi di tenuta in materiali a bassa velocità di usura ed in grado di realizzare, in maniera continuativa, una pellicola di trasferimento che riduca la forza di attrito tra le parti in scorrimento.

Uno degli scopi generali della presente invenzione consiste nell'eliminare o nell'attenuare sostanzialmente gli inconvenienti della tecnica nota che portano ad una precoce usura degli elementi di tenuta.

Un altro scopo della presente invenzione consiste nel fornire un materiale a base non metallica per realizzare elementi di tenuta in compressori alternativi che abbia una bassa velocità di usura e non necessiti di una lubrificazione forzata.

Un ulteriore scopo dell'invenzione consiste nel fornire un materiale plastico autolubrificante per elementi di tenuta di compressore alternativi dotato di elevate caratteristiche di resistenza all'usura anche in condizioni con elevato carico di pressione ed elevati valori di temperatura.

Non ultimo scopo consiste nel fornire un materiale plastico per la realizzazione di elementi di tenuta che sostanzialmente non sia soggetto a deformazioni permanenti in condizioni di scorrimento senza lubrificante.

Alla luce di questi scopi e di altri ancora che appariranno più evidenti in seguito, viene fornito, in accordo con un primo aspetto della presente invenzione, un materiale autolubrificante particolarmente idoneo per elementi di tenuta, comprendente una matrice polimerica resistente all'usura in cui sono disperse microcapsule contenenti un agente lubrificante.

Vantaggiosamente, detta matrice polimerica resistente all'usura comprende una o più resine termoplastiche e/o termoindurenti dotate di bassa velocità di usura anche in condizioni di elevata pressione e temperatura.

In accordo ad una forma di realizzazione preferita dell'invenzione detta matrice polimerica comprende uno o più polichetoni, vantaggiosamente di tipo aromatico, tra questi polichetoni essendo preferito l'utilizzo del polietereeterchetone (PEEK).

In accordo ad un'altra forma di realizzazione, possono essere utilizzati, come componenti base di detta matrice polimerica, resine termoplastiche o termoindurenti dotate di elevata resistenza all'usura in condizioni di lavoro con valori elevati di carico, quali, ad esempio, politetrafluoroetilene (PTFE) e polibutadiene stirene (PBS), singolarmente, in associazione tra loro, o in miscela con altri polimeri.

Nella matrice polimerica del materiale dell'invenzione possono altresì essere presenti ulteriori sostanze atte a conferire una maggiore resistenza all'usura da attrito.

Ad esempio, la matrice polimerica può includere additivi e/o cariche che svolgano la funzione di incrementare la conduttività termica del materiale dell'invenzione, per rimuovere efficacemente il calore sviluppato a seguito di eventuali frizioni tra le parti in scorrimento.



Il materiale dell'invenzione può vantaggiosamente incorporare anche fibre ad elevata resistenza meccanica, alla deformazione ed al logorio.

In accordo ad una forma di realizzazione, detta matrice polimerica prevede ulteriormente l'inclusione di una fase dura e/o di una pellicola di trasferimento per ridurre l'attrito tra i partner di scorrimento.

Caratteristica essenziale del materiale dell'invenzione è la presenza di microcapsule lubrificanti, disperse all'interno di detta matrice polimerica.

Nell'ambito della presente invenzione, con il termine di microcapsule lubrificanti si intendono particelle e multiparticelle lubrificanti incapsulate, fluidi omogenei o stratificati lubrificanti incapsulati ed in generale agenti lubrificanti incorporati in microcapsule.

Agenti lubrificanti idonei sono gli oli lubrificanti quali, ad esempio, oli organici, naturali o sintetici.

Oli particolarmente idonei sono gli oli lubrificanti a bassa acidità e resistenti ad elevate temperature di esercizio.

Secondo una forma di realizzazione preferita, l'olio lubrificante incorporato in dette microcapsule presenta dei valori di viscosità compresi nell'intervallo tra 20-250 cSt, misurati ad una temperatura di circa 40°C.

Le microcapsule utilizzate nell'ambito della presente invenzione possono essere sferiche, simmetriche, o di forma irregolare.

In accordo ad una forma di realizzazione le capsule presentano un diametro medio compreso nell'intervallo tra 5-500 micron.

Vantaggiosamente dette microcapsule comprendono un guscio in cera o in un materiale polimerico, preferibilmente poliossalimetilene urea, PMU in forma abbreviata.

Le microcapsule possono contenere, oltre all'agente lubrificante, additivi selezionati in funzione delle applicazioni richieste. In particolare, per gli utilizzi in condizioni di elevata pressione possono essere incorporati microelementi quali zinco, boro e loro miscele.

Vantaggiosamente, le microcapsule lubrificanti sono disperse uniformemente all'interno della matrice polimerica in maniera da raggiungere valori in peso compresi tra il 2-30% in peso.

Le capsule contenenti il fluido lubrificante possono essere realizzate ricorrendo a diverse tecnologie di microincapsulazione, tra cui i processi di spruzzatura a secco, prilling, coacervazione, con perle soffici di alginato e di polimerizzazione in situ.

Le diverse tecniche di incapsulazione dei lubrificanti sono utilizzate in funzione delle dimensioni richieste per le particelle lubrificanti ed in funzione dell'utilizzo finale del materiale plastico dell'invenzione.

La tecnologia di spruzzatura a secco consente, ad esempio, di incapsulare gli oli in capsule di dimensioni ridotte a 5-30 micron.

Nella tecnica di prilling, con cui sono solitamente realizzate capsule di dimensioni tra 1-100 micron, il lubrificante da incapsulare viene preliminarmente introdotto in una cera fusa o altra matrice polimerica, quindi spruzzata in goccioline e raffreddata per solidificare. Le microcapsule realizzate agiscono come un guscio per il lubrificante di riempimento. Le microcapsule realizzate mediante prilling rilasciano il lubrificante sotto pressione o, se desiderato, a seguito di esposizione ad un valore di

temperatura predeterminato, scegliendo polimeri con un opportuno punto di fusione.

Il lubrificante può altresì essere inglobato mediante metodo di coacervazione in capsule di diametro nell'intervallo tra 25 e ca. 300 micron.

Nella coacervazione semplice le pareti delle capsule sono tipicamente realizzate in gelatina, polivinilacol, metilcellulosa, polivinilpirrolidone, ed altri polimeri.

Nella coacervazione con complesso sono utilizzati sistemi a base di copolimeri di gelatina-acacia come materiali per realizzare la parete delle capsule.

Tra le diverse tecnologie disponibili la tecnica di polimerizzazione in situ è quella preferita per la realizzazione delle microcapsule poiché consente di realizzare un guscio polimerico resistente, preferibilmente in copolimero urea-formaldeide (PMU), attorno alla goccia di liquido lubrificante. L'incapsulamento in un guscio di PMU è tipicamente una tecnica di emulsione, in cui il materiale da encapsulare è emulsionato in una soluzione acquosa.

A titolo di esempio è possibile utilizzare, nell'ambito della presente invenzione, microcapsule



contenenti lubrificante, realizzate con il metodo descritto nel brevetto americano 5,112,541.

Una volta realizzate le microcapsule queste sono incorporate nella matrice polimerica preferibilmente mediante stampaggio, ad esempio mediante stampaggio per compressione o iniezione.

Durante lo stampaggio vengono convenientemente utilizzate temperature comprese nell'intervallo tra 260-350°C.

Vantaggiosamente lo stampaggio per compressione viene realizzato all'interno di uno stampo chiuso per permettere un riscaldamento ed una pressurizzazione uniforme del materiale composito.

Secondo una forma di realizzazione, lo stampo viene pressurizzato a freddo ad esempio a 1,5-2,5t per espellere l'aria dallo stampo. Lo stampo viene posto in una pressa preriscaldata. La temperatura della pressa, convenientemente, dipende dal punto di fusione del materiale polimerico utilizzato. Si lascia raggiungere ca. l'80-90% della temperatura di pressione selezionata prima di applicare il carico. Il carico viene quindi applicato generalmente con valori tra 250-1500Kg con incrementi di tempo e pressione per un periodo totale di ca. 10-15 minuti. Il

carico finale viene mantenuto mentre lo stampo viene lasciato raffreddare a temperatura ambiente.

In accordo ad un'altra forma di realizzazione, si ricorre all'uso di una tecnica di stampaggio ad iniezione, con basse temperature di lavorazione o brevi cicli di riscaldamento e raffreddamento.

Si è riscontrato che l'utilizzo del materiale autolubrificante dell'invenzione come costituente base di elementi di tenuta, minimizza lo strato di trasferimento richiesto per l'autolubrificazione, fornendo, grazie alla presenza delle microcapsule, una sorgente lubrificante reintegrabile. Inoltre, il suo uso riduce sorprendentemente la velocità di usura dell'elemento di tenuta, minimizzando il rischio di logoramento della superficie del partner di scorrimento ed incrementando la vita di servizio del compressore.

In accordo ad una altro aspetto della presente invenzione viene fornito un elemento di tenuta o guarnizione comprendente il materiale autolubrificante precedentemente descritto.

Vantaggiosamente, detto elemento di tenuta è un anello di tenuta di un pistone di un compressore alternativo.

In accordo ad un altro aspetto della presente invenzione viene fornito l'uso di un materiale autolubrificante del tipo precedentemente descritto, in accordo alle allegate rivendicazioni 13-17.

Secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione viene fornito un metodo per ridurre l'attrito o l'usura di elementi ravvicinati o in contatto tra loro durante movimento, in cui almeno una porzione delle superficie ravvicinate di detti elementi comprende un materiale autolubrificante del tipo precedentemente descritto.

In accordo ad una forma di realizzazione preferita viene previsto l'uso di detto materiale autolubrificante come elemento di tenuta di un compressore alternativo per ridurre l'attrito e/o per migliorare sensibilmente la durata di servizio, in particolare nelle applicazioni con scorrimento a secco.

Ulteriori caratteristiche e vantaggi riferibili al materiale plastico autolubrificante secondo la presente invenzione risulteranno maggiormente evidenti dalla seguente descrizione, fornita solo a scopo esemplificativo e non limitativo, riferita ai disegni schematici allegati nei quali:

la figura 1 è una rappresentazione schematica dell'operatività di un elemento di tenuta convenzionale di un pistone in un compressore alternativo;

la figura 2 è una rappresentazione schematica di una sezione laterale di un elemento di tenuta dell'invenzione e del partner di scorriamento;

la figura 3 illustrata diagrammi a colonna comparativi dei coefficienti di attrito e usura di un materiale antiusura noto e di un materiale secondo una realizzazione dell'invenzione;

la figura 4 mostra diagrammi a colonna comparativi relativi a coefficienti di usura di un materiale antiusura noto a base di PEEK e di un materiale a base di PEEK incorporante le microcapsule autolubrificante secondo una realizzazione dell'invenzione.

Con riferimento alla figura 1, viene mostrato un anello di tenuta 1 convenzionale in resina di PEEK, disposto in una sede laterale 3 di un pistone 2 di un compressore alternativo (non mostrato). Il pistone 2 si muove con movimento alternativo scorrendo lungo una camicia interna 4 di un cilindro (non mostrato). Il movimento di scorriamento tra i due partner di scorriamento ha luogo grazie allo strato di scorrimen-
to 5 disposto sulla superficie metallica della cami-
cia 4. Questo strato o pellicola consente un movimen-



to alternativo a basso coefficiente di attrito. L'assenza dello strato di trasferimento 5 produce una più elevata frizione a seguito del contatto metallo-resina.

Facendo riferimento alla Figura 2, il numero di riferimento 10 indica una sezione trasversale di una forma di realizzazione di un elemento di tenuta in materiale autolubrificante dell'invenzione.

L'elemento di tenuta 10 comprende una matrice polimerica 11 in PEEK in cui sono uniformemente disperse microcapsule 12 riempite con olio lubrificante. Inoltre, in figura 2 viene schematicamente illustrato il partner di scorrimento 13 dell'elemento di tenuta 10 che, sotto il carico di pressione indicato con il numero di riferimento 14, scorre lungo la superficie di scorrimento nel senso indicato dalla freccia contraddistinta dal numero di riferimento 15. Le microcapsule 12 riempite di lubrificante fluido vengono ridotte a microcapsule fratturate 16 dalla forza di taglio. Il rilascio del fluido dalle microcapsule fratturate 16, che può avvenire anche attraverso attuazione termica, lubrifica le superfici in scorrimento, determinando una riduzione del coefficiente di attrito e usura.

Nella figura 3 sono riportati quattro diagrammi a colonna (21-24) che riassumono i risultati di prove comparative di usura espresse in termini di coefficiente di usura come fattore K ($\text{in}^3\text{min}/\text{ft}/\text{lb}/\text{hr} \times 10^9$; colonna ombreggiata 22 e punteggiata 24) e di coefficiente di frizione, espresso in μ (colonne chiare 21 e 23).

Le colonne 21-24 riportano i dati comparativi relativi al comportamento a seguito di scorrimento di:

- 1) un polimero denominato Ultem 1000 (colonne 21 e 22), prodotto convenzionale della General Electric e
- 2) un materiale polimerico a base di Ultem 1000 con incorporate microcapsule nella misura del 10% in peso, realizzate secondo una realizzazione del metodo dell'invenzione (colonne 23 e 24), contro acciaio temperato.

Le microcapsule incorporate nella resina Ultem 1000 contengono un olio a bassa viscosità, in accordo ad una forma di realizzazione dell'invenzione.

Le condizioni in cui sono state effettuate le prove di usura i cui risultati sono riassunti nei diagrammi a colonna prevedevano una velocità di scorrimento pari a 300ft/min (1.524m/s), un carico di

pressione pari a 200psi(13,8bar) ed una durata dei test pari a 20 ore "Run-in" ed 80 ore "steady state".

Dai risultati delle prove effettuate risulta che la velocità di usura contro acciaio della plastica Ultem 1000 che incorpora le microcapsule, prodotte in accordo con una realizzazione del metodo dell'invenzione, è ridotta di ben tre ordini di grandezza e la frizione è ridotta di un ordine di grandezza, rispetto alla resina Ultem 1000 di tecnica nota.

Facendo quindi riferimento alla Fig. 4, sono illustrati diagrammi a colonna (31 e 32) che riassumono i risultati, in termini di fattore K (in^3 $min/ft/lb/hr \times 10^9$), di prove di attrito condotte su:

1) un elemento di tenuta in PEEK (Victrex PEEK 450G della GE Corporate, colonna punteggiata 31)

2) un secondo elemento di tenuta in PEEK con incorporate microcapsule di lubrificante Gargoyl in un quantitativo pari a ca. il 10% del suo peso (colonna tratteggiata 32), in accordo ad una forma di realizzazione dell'invenzione,

entrambi contro acciaio temperato.

I risultati delle prove riassunte nei diagrammi a colonna 31 e 32, mostrano, per l'elemento di tenuta secondo la presente invenzione, una significativa ri-

duzione del coefficiente di attrito, pari a ca. un
ordine di grandezza.

Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.



RIVENDICAZIONI

1. Materiale plastico autolubrificante per elementi di tenuta, comprendente una matrice polimerica resistente all'usura in cui sono disperse microcapsule contenenti un agente lubrificante.

2. Materiale secondo al rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta matrice polimerica comprende un polichetone.

3. Materiale secondo la rivendicazione 2 caratterizzato dal fatto che detto polichetone è un polichetone aromatico.

4. Materiale secondo la rivendicazione 3, caratterizzato dal fatto che detto polichetone aromatico è polietereterchetone (PEEK).

5. Materiale secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detta matrice polimerica comprende una resina scelta tra polibutadiene stirene (PBS), politetrafluoroetilene (PTFE) e loro miscele.

6. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-5, caratterizzato dal fatto che dette microcapsule comprendono un guscio in poliossimetilene urea (PMU).

7. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-6, caratterizzato dal fatto

che dette microcapsule hanno un diametro medio compreso tra 5 e 500 μ .

8. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-7, caratterizzato dal fatto che dette microcapsule sono disperse in detta matrice polimerica in un rapporto in peso compreso tra 2-30% in peso.

9. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-8, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante incorporato nelle microcapsule è un olio a bassa acidità.

10. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-9, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante è un lubrificante fluido ha una viscosità compresa nell'intervallo tra 20-250 cst.

11. Materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-10, caratterizzato dal fatto che detto lubrificante include ulteriormente un additivo od una carica per incrementare la resistenza meccanica o la conduttività termica.

12. Materiale secondo la rivendicazione 11, caratterizzato dal detto che detto additivo è un microelemento scelto dal gruppo consistente in zinco, boro e loro miscele.

13. Uso di un materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-12 per ridurre l'attrito.

14. Uso di un materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-12 per ridurre l'usura delle superfici ravvicinate di elementi in movimento.

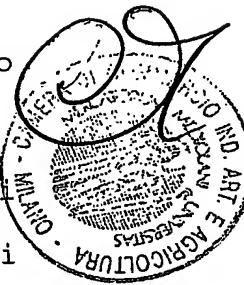
15. Uso di un materiale secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 1-12, come materiale autolubrificante.

16. Uso di un materiale secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-12, come elemento di tenuta autolubrificante a ridotta velocità di usura.

17. Uso secondo la rivendicazione 16 in cui detto elemento di tenuta è un anello di tenuta di un pistone in un compressore alternativo.

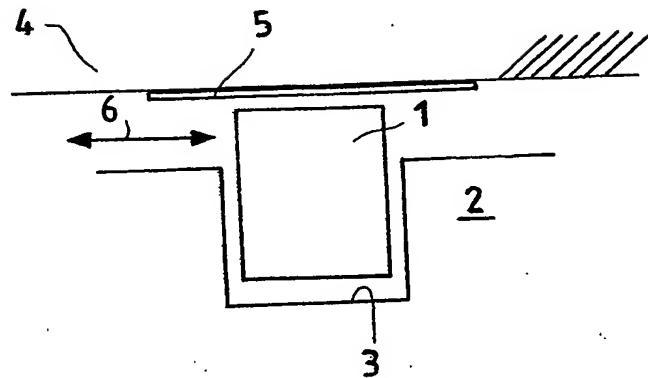
18. Metodo per ridurre l'attrito o l'usura di elementi ravvicinati in movimento in cui una delle superficie ravvicinate di detti elementi in scorrimento comprende un materiale autolubrificante secondo una qualsiasi delle precedenti rivendicazioni 1-12.

19. Metodo secondo la rivendicazione 18 in cui un elemento della coppia di scorrimento è a base di metallo. / Ing. Barzanò & Zanardo Milano S.p.A.



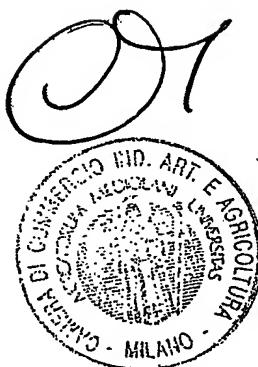
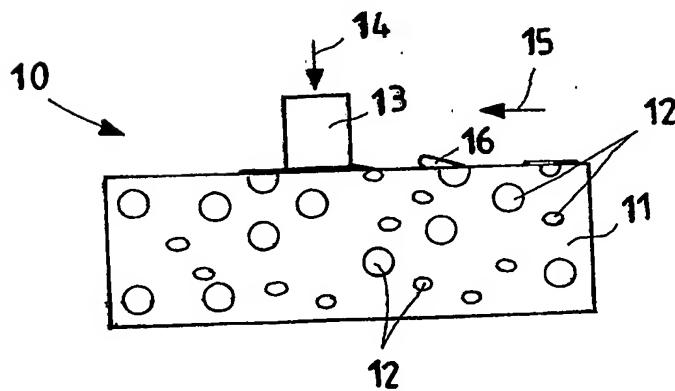
M. Barzanò *Barzanò*

Fig.1



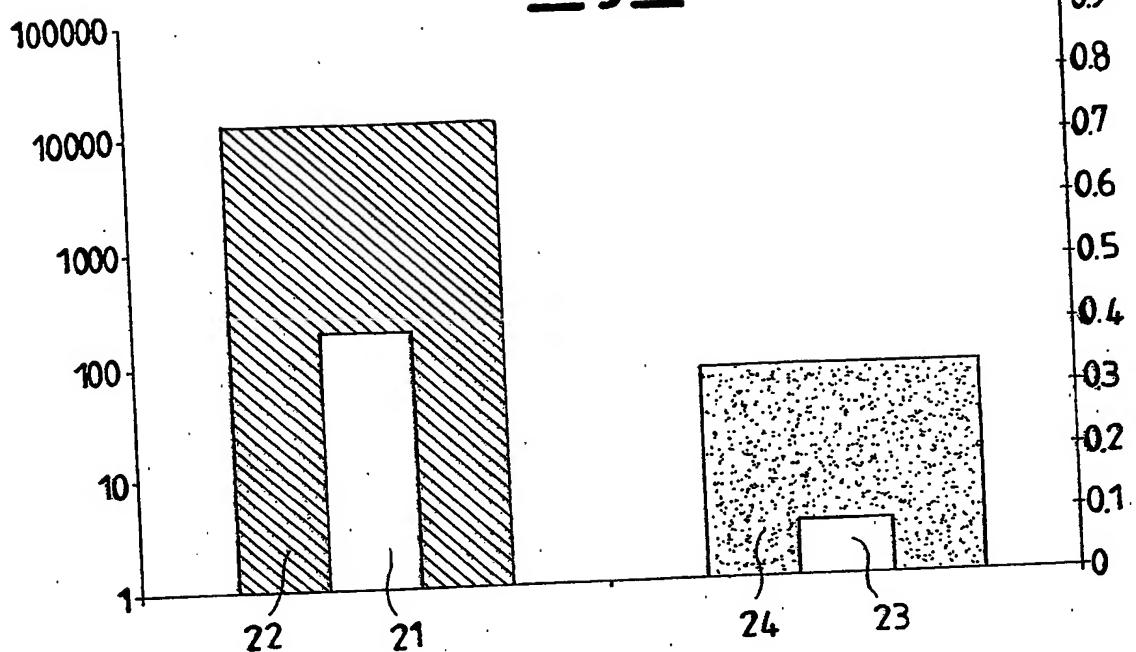
MI 2001 A 002824

Fig.2



Mannifur

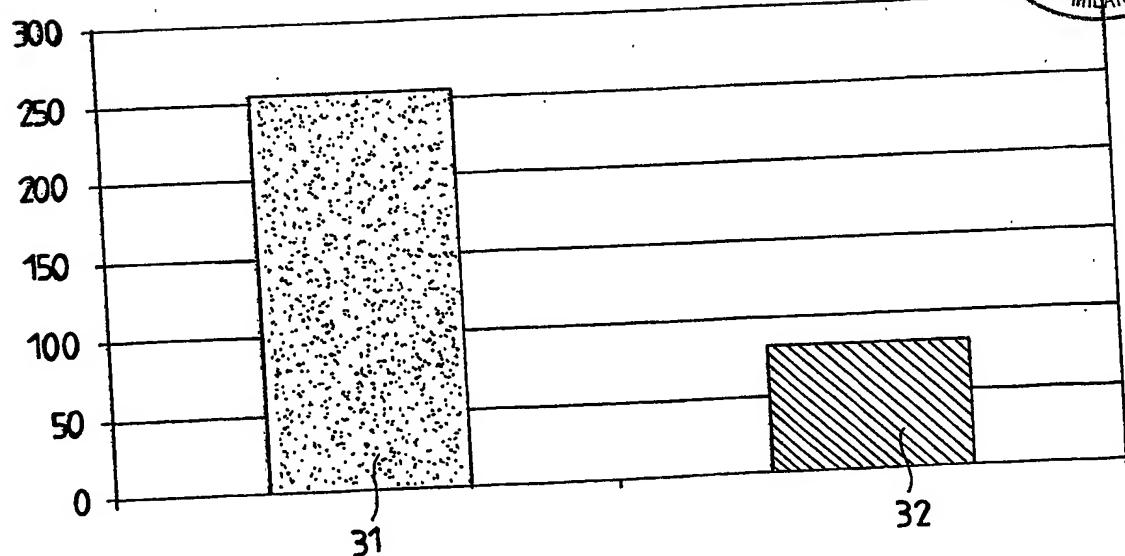
Fig.3



MI 2001 A 0 0 2 8 2 4



Fig.4



100000
10000
1000
100
10
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

MI 2001 A 0 0 2 8 2 4

Moroni